



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# UUSIOMASSATEHTAAN UUSINTA

Jyrki Leppäaho

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2016  
Teknologiaosaamisen johtaminen



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Teknologiaosaamisen johtaminen (YAMK)

LEPPÄÄHO JYRKI:  
Uusiomassatehtaan uusinta

Opinnäytetyö 37 sivua, joista liitteitä 1 sivu  
Toukokuu 2016

---

Opinnäytetyön aiheena oli Metsä Tissue Oyj Mäntän uusiomassa tehtaan uusinta. Uusiomassatehdas tuottaa keräyskuidusta valmistettua uusiomassaa paperitehtaan kolmelle pehmopaperikoneelle kulloisenkin tarpeen mukaan.

Uusiomassatehtaan uusintaa on yritetty saada hyväksyttyä jo useampaan kertaan vuosien aikana siinä kuitenkaan onnistumatta. Tutkimuksen tavoitteena olikin vaikuttaa investoinnin hyväksyntäprosessiin siten että investoinnin kaikki mahdolliset hyödyt saataisiin paremmin esille ja projekti itsessään olisi riittävän hyvin suunniteltu päätöksen teon helpottamiseksi.

Tutkija toimii tällä hetkellä tehtaan kehitys- ja energiatehtävissä ja tämä työ oli laajuudesta huolimatta yksi tyypillinen investoinnin kartoitustehtävä muiden töiden ohella. Varsinaista projektiorganisaatiota ei ole, joten työssä pyrittiin luomaan myös tarkempi tapa luoda projektisuunnitelma.

Työssä käytettiin tutkimusmenetelmänä toimintatutkimusta ja aktiivista havainnointia, joiden avulla prosessin kulkua pystyi seuraamaan ja muuttamaan haluttuun muotoon hyväksyntäprosessia varten.

Tulosten mukaan yksityiskohtaisempi ja laajempi projektisuunnittelu alkuvaiheessa tuo päätöksentekoa varten paremmin hyödyt, riskit ja mahdollisuudet esille. Samoin tarkempi esivalmistelu tuotti näistä mahdollisuuksista muutaman konkreettisen idean, jotka toteutettiin tämän työn osaprojektina niiden hyödyllisyyden ja välttämättömyyden vuoksi. Varsinainen tarkempi suunnittelu vaatii luonnollisesti aikaa enemmän mutta hyöty näkyyneen sitten varsinaisen projektivaiheen etenemisessä.

---

Asiasanat: uusiomassa, kuitusavi, projekti, toimintatutkimus, havainnointi

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Technology Management

LEPPÄÄHO JYRKI:  
Planning Deinking Line Rebuild

Master's thesis 37 pages, appendices 1 page  
May 2016

---

The purpose of this thesis was to produce an investment proposal for deinking line rebuild at Metsä Tissue Oyj Mänttä mill. The deinking line rebuild investment has been proposed a couple of times earlier without acceptance. Therefore the target was to find out all possible benefits for the rebuild and make these visible for the easier approval process with more accurate project plan.

Approach to this study was action research and active observation. Target with these methods were to follow up planning process and interact when needed to get more information and make the benefits available for the decision makers.

The results suggest that a more accurate and wider project plan at this phase will make benefits, risks and possibilities more visible for the project organization and the decision makers. Therefore for instance benefits can be utilized or prevent risks early enough to make proper decision.

During this study the researcher found for instance couple of benefits which were utilized and couple of risks which were turned to benefits with early actions. Investment proposal was made based on this study April 2016.

---

Key words: deinking, sludge, project, action research, observation

## SISÄLLYS

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO.....  | 6  |
| 2     | TUTKIMUSMENETELMÄ .....  | 7  |
| 2.1   | Tutkimuksessa käytettävät menetelmät .....                         | 7  |
| 2.1.1 | Toimintatutkimus .....   | 7  |
| 2.1.2 | Havainnointi .....   | 9  |
| 3     | UUSIOMASSATEHDAS .....   | 11 |
| 3.1   | Tehtaan siistausprosessi .....                                     | 11 |
| 4     | TUTKIMUSTYÖN VAIHEET .....   | 13 |
| 4.1   | Kriittiset menestystekijät .....                                   | 14 |
| 4.1.1 | Käyntiaste.....  | 15 |
| 4.1.2 | Kuitusaven hyödyntäminen.....                                      | 17 |
| 4.1.3 | Uusiomassatehtaan kapasiteetin määrittäminen.....                  | 24 |
| 4.1.4 | Varautuminen prosessiveden puhdistuskapasiteetin lisäämiseen ..... | 25 |
| 4.1.5 | Projektisuunnitelma .....  | 26 |
| 5     | YHTEENVETO .....   | 31 |
| 6     | POHDINTA.....  | 34 |
|       | LÄHTEET .....  | 35 |
|       | LIITTEET .....   | 37 |
|       | Liite 1. Projektin ositus ja kustannusten jako eri vuosille .....  | 37 |

**LYHENTEET JA TERMIT**

|                 |   |
|-----------------|---|
| CSF             | Critical Success Factor, kriittinen menestystekijä  |
| Kuitusavi       | Syntyy kun uusiomassaprosessin veden puhdistuksessa syntynyt puukuitu- ja täyteainepitoinen liete kuivataan |
| Liete           | Yleisnimitys suuren vesipitoisuuden omaavalle jakeelle  |
| Mikroflotaatio  | Erilaisten kiintoainetta sisältävien vesien puhdistuksessa käytetty laite                                   |
| ORC             | Organic Rankine Cycle, sähköön tuottaminen orgaanisen väliaineen turbiinilla                                |
| Savukaasu       | Energiantuotantoprosessista ulos johdettava palokaasu   |
| Savukaasupesuri | Savukaasujen puhdistukseen ja energian talteenottoon käytetty järjestelmä                                   |
| Siistaus        | Keräyspaperin musteenpoisto   |
| Tahmo           | Massassa esiintyvä liimapartikkeli  |
| Uusiomassa      | Keräyspaperista valmistettu massa, jota käytetään uudelleen paperinvalmistuksessa raaka-aineena             |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli uusiomassatehtaan uusinta. Tarkoituksena oli alun perin investoinnin suunnittelun lisäksi myös vetää varsinainen uusintaprojekti läpi käyttäen Metsä Groupin uutta projektiohjeistusta ja -pohjia hyväksi. Aikataulullisesti tämä ei päättötyön kannalta kuitenkaan ollut mahdollista.

Uusiomassatehtaan uusinta on ollut investointilistoilla jo useasti vuosien aikana mutta se on kuitenkin aina jostakin syystä jäänyt lopuksi hyväksymättä. Tämän vuoksi kehitystyössä pyrittiin löytämään kaikki mahdolliset uusintaa koskevat realiteetit, haasteet ja mahdollisuudet sekä tuomaan ne esille investoinnin hyväksyntäprosessissa siten että lopullinen päätös asiasta saataisiin tehtyä.

Näihin pyrittiin havainnoimalla suunnittelu- ja hyväksyntäprosessin kulkua ja käyttämään eri projektin hallinnan keinoja kehitystyön apuvälineinä. Työssä keskityttiin löytämään ne kriittiset menestystekijät, joihin vastaamalla investoinnin tarpeellisuus tämentyisi. Lisäksi keskeisimmän menestystekijät jaettiin osaprojekteiksi, jotta ne tulisivat tarkemmin kartoitetuiksi tai jo hoidetuiksi ennen varsinaista investoinnin hyväksyntää.

Työhön perustuva investointiesitys on käsitelty tehtaan johdon osalta jo ja jätetty jatkokäsittelyyn huhtikuussa 2016. Tätä työtä tehdessä ei ole vielä saatu tietoa lopullisesta päätöksestä.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄ

### 2.1 Tutkimuksessa käytettävät menetelmät

Tässä opinnäytetyössä käytettiin tutkimusasetelmana toimintatutkimusta, joka soveltuu suunnittelu- ja kartoitustehtävään hyvin. Tämän opinnäytetyön tekijä toimii kehittämis- ja energiatehtäviensä ohella tämän investoinnin suunnittelijana investointipäätökseen saakka sekä hankkeen projektipäällikkönä varsinaisessa projektivaiheessa mikäli investoinnille saadaan johdon hyväksyntä.

#### 2.1.1 Toimintatutkimus

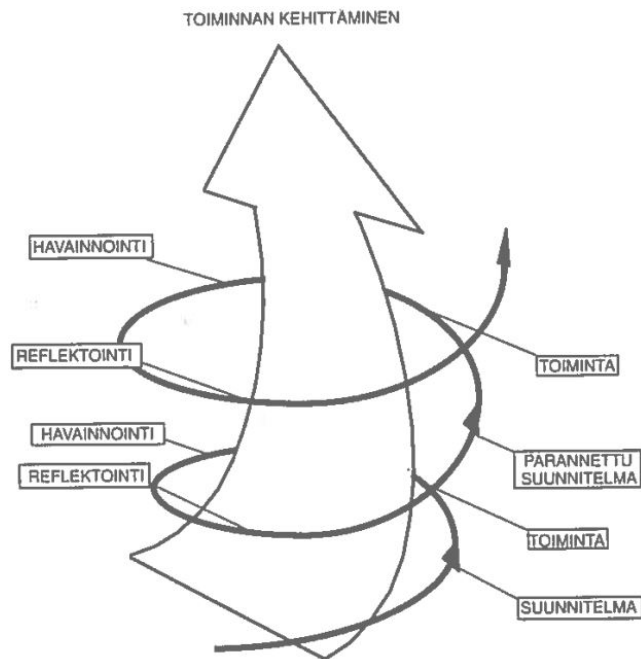
Toimintatutkimus on yleisnimitys sellaisille lähestymistavoille, joissa tutkimuskohteen pyritään tavalla tai toisella vaikuttamaan (Eskola & Suoranta 1998). Toimintatutkimuksen avulla voidaan etsiä ratkaisuja myös erilaisiin ongelmiin. Näitä voivat olla esimerkiksi tekniset, yhteiskunnalliset, sosiaaliset, eettiset ja ammatilliset ongelmat (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009). Näin menetelmä sopii myös tähän opinnäytetyöhön sillä lisäyksellä että ongelmien ja haasteiden lisäksi työssä kartoitetaan ja tutkitaan myös mahdollisuuksia.

Toimintatutkimukselle on tyypillistä:

- käytäntöön suuntautuminen
- ongelmakeskeisyys
- tutkittavien ja tutkijan roolit aktiivisina toimijoina muutosprosessissa
- tutkittavien ja tutkijan suhteen perustana oleva yhteistyö

(Kuula A. 2006)

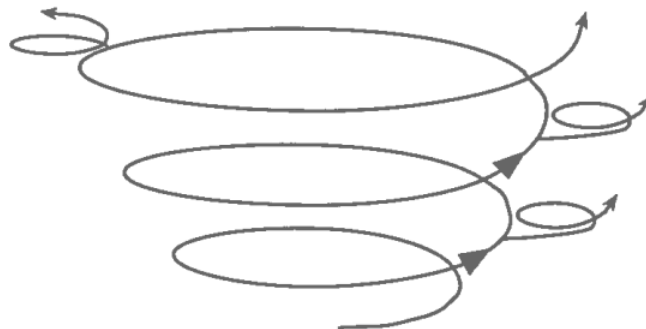
Tämän työn tavoitteena oli löytää kaikki uusiomassatehtaan uusintainvestointiin ja sen hyväksymiseen oleellisesti vaikuttavat tekijät ja tämän jälkeen vaikuttaa niihin siten että päätöksen teko olisi mahdollisimman helppoa tai ainakin mahdollisimman hyvään ja luotettavaan tietoon perustuva. Laadullisena menetelmänä tähän sopi hyvin havainnointi, jonka osuus toimintatutkimuksessa näkyy seuraavasta kuvasta.



KUVIO 1. Toimintatutkimuksen spiraali (Heikkinen 2015)

Kuva antaa periaatteellisen kuvan toimintatutkimuksesta jossa toimintaa suunnitellaan, havainnoidaan ja reflektoidaan jatkuvasti. Reflektoinnilla tarkoitetaan katsomista tuloksista tai toimintaa välillä hiukan etäämmältä, eli ns. ”helikopteri” perspektiivistä. Näin kokonaisuudesta saadaan parempi kuva ja näin voidaan tarvittaessa suunnitelmia parantaa tai muuten ohjata toimintaa parempaan suuntaan.

Käytännössä toimintatutkimuksen spiraalimalli ei etene suoraviivaisesti vaan usein projektin aikana esimerkiksi havainto tai reflektointivaiheissa nousee esille uusia kysymyksiä tai mahdollisuuksia joita ei aiemmin ole havaittu. Kuviossa 2 kuvataan näitä toimintatutkimuksen sivuvaiheita, eli sivuspiraaleja.



KUVIO 2. Toimintatutkimusspiraali ja sivuspiraalit (Heikkinen 2015)



Nämä sivuspiraalit voivat parhaassa tapauksessa nopeuttaa projektin kulkua tai tuoda jotakin muuta, huomattavaakin lisäarvoa sille. Huonoimmassa tapauksessa niistä voi löytyä jotakin joka estää koko projektin toteuttamisen tai vaikeuttaa muuten esimerkiksi aikataulussa pysymistä. Sivuspiraalit aiheuttavat myös sen että niiden jatkoselvitys tarvitsee usein lisää aikaa, jolloin kokonaisaikataulu voi venyä. Siksi onkin tärkeää päättää mitä spiraalia lähdetään tarkemmin selvittämään ja mitä ei. Kokonaisuuden kannalta on kuitenkin hyvä että nämä uudet ajatukset saataisiin esille jo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jolloin niihin voidaan varautua myös paremmin.

### 2.1.2 Havainnointi

Havainnointitapoja on useita ja ne on jaoteltu pääasiassa sen mukaan miten tutkija toimii tutkimuskohteessa. Hanna Vilkkä jaottelee teoksessaan *Tutki ja havainnoi* (2006) havainnointitavat seuraavasti:

1. tarkkaileva havainnointi (ulkopuolinen havainnointi)
2. osallistuva havainnointi (sisällä toiminnassa havainnointi)
3. aktivoiva osallistuva havainnointi (toimintatutkimus)
4. kokemalla oppiminen (etnografia)
5. piilohavainnointi

Näistä tavoista valittiin toimintatutkimukseen kuuluva aktivoiva osallistuva havainnointi. Tämän ero osallistuvaan havainnointiin nähden on se että osallistuva havainnoija pyrkii ymmärtämään tutkimuskohdettaan mutta aktivoiva havainnoija pyrkii ymmärtämisen lisäksi myös muuttamaan tutkimuskohdettaan. (Vilkkä 2006, 46)

Kokemalla oppimista tapahtuu tutkimuksen aikana myös mutta se ei varsinaisesti ole tässä työssä käytetty havainnointitapa, koska se liittyy yleensä vieraisiin kulttuureihin ja edellyttää tutkijalta useita tietoisesti käytettyjä menetelmiä ja lähestymistapoja. (Vilkkä 2006, 49)

Piilohavainnointi on osallistuvan havainnoinnin erikoismuoto ja se jakaantuu kahteen eri tyyppiin.

- ulkopuoliseen havainnointiin, jossa tutkija havainnoi mutta pitäytyy täysin toiminnan ulkopuolella
  - osallistuvaan havainnointiin, jossa tutkija toimii esimerkiksi työyhteisössään ensisijaisesti muista syistä ja toissijaisesti tutkimussyistä
- (Vilka 2006, 53 - 54)

Viimeksi mainittu tulee väistämättä eteen tämän tyyppisessä työssä. Sen käyttäminen on kuitenkin eettisesti arveluttavaa, koska tutkija toimii ikään kuin peiteroolissa ja tutkittavat eivät toiminnasta tiedä. Tässäkin työssä olisi voitu piilohavainnoin avulla arvioida erilaisten ryhmien ja henkilöiden toimintaa mutta sitä ei edellä mainitusta syystä tehty.

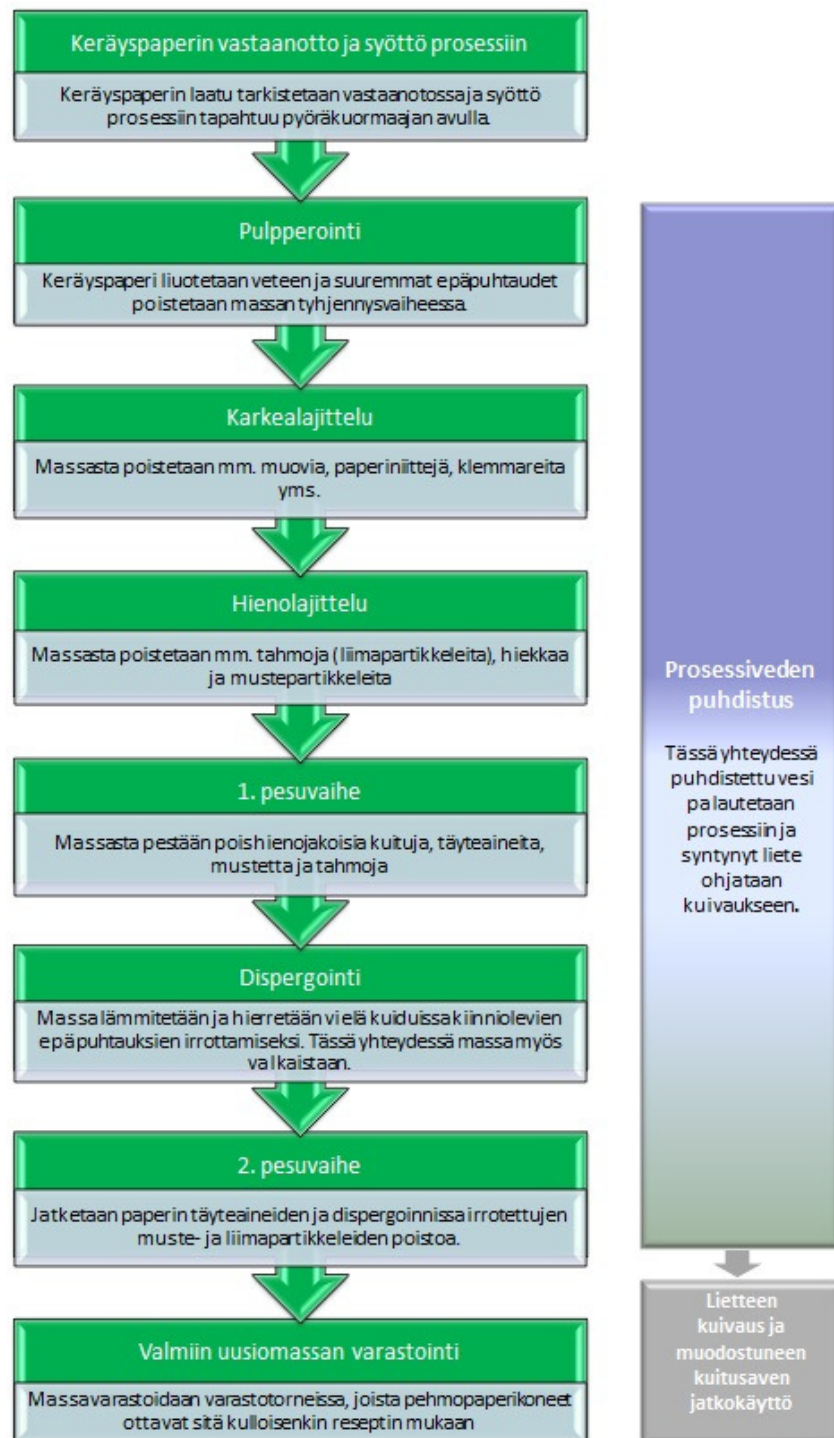
### 3 UUSIOMASSATEHDAS

G.A. Serlachius perusti Metsä Tissue Mäntän tehtaan vuonna 1868. Tehdas valmisti alun perin puuhioketta mutta ryhtyi valmistamaan pehmopaperia vuonna 1908 ja tiivispaperia 1924. Nykyään Mäntän tehtaalla on kolme pehmopaperikonetta, 11 pehmopaperin jalostuslinjaa ja yksi tiivispaperikone (Metsä Tissue Oyj).

Näiden lisäksi tehtaalla on uusiomassalaitos, jonka toiminta alkoi pehmopaperin valmistuksessa ensimmäisenä suomessa vuonna 1976. Linja on uusittu viimeksi vuonna 1985, eli n. 30 vuotta sitten. Uusiomassan valmistusprosessin olosuhteet ovat laitteiston kes-  
ton kannalta suhteellisen rankat ja tämän vuoksi laitteisto on päässyt rapistumaan pahoin. Uusiomassatehdas tuottaa uusiomassaa kaikille kolmelle pehmopaperikoneelle niiden kulloinkin tarvitsemien reseptien suhteessa ja on näin varsin kriittinen osa sujuvaa ja kustannustehokasta pehmopaperituotantoa.

#### 3.1 Tehtaan siistausprosessi

Uusiomassalla tarkoitetaan erilaisista keräyspaperilajeista valmistettua massaa, jota voidaan käyttää pehmopaperikoneilla lajista ja halutuista laatuominaisuuksista riippuen jopa 100 % tarvittavasta kuitumäärästä. Uusiomassan valmistuksesta käytetään myös sanaa siistaus, joka tarkoittaa musteen poistoa. Mäntän nykyinen uusiomassaprosessi on ns. pesuprosessi, jonka vaiheet on esitetty karkeasti kuviossa 3.



KUVIO 3. Nykyinen uusiomassaprosessikuvaus selityksineen

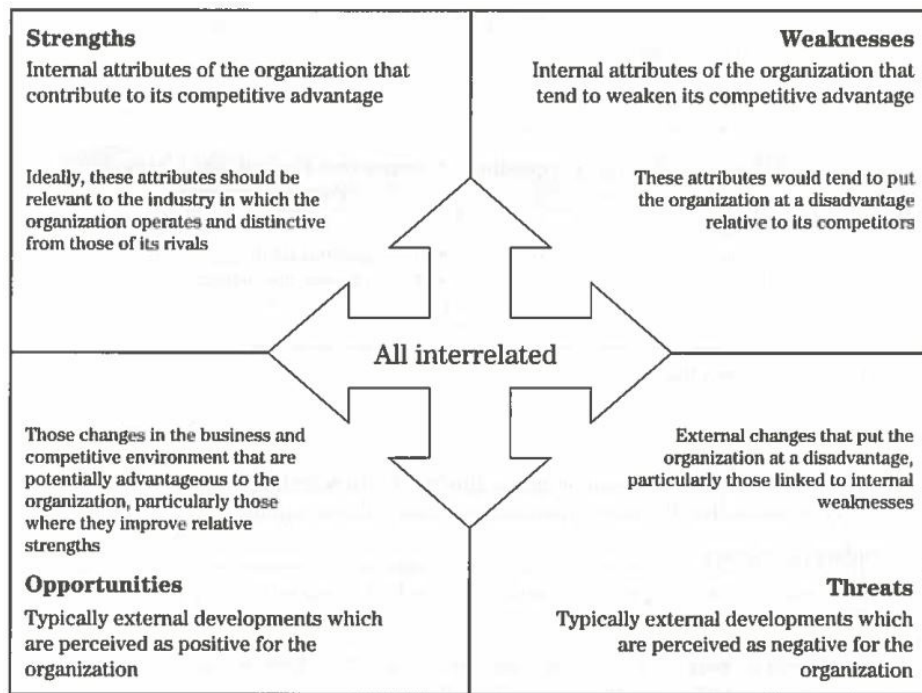
## 4 TUTKIMUSTYÖN VAIHEET

Uusiomassatehtaan uusimisesta on tehty useaan kertaan aloitteita vuosien ja erilaisten organisaatioiden aikana. Yleensä suunnitelma on perustunut joihinkin tarjouksiin ja niistä johdettuihin arvioihin projektilaajuudesta ja investoinnin kustannuksista. Suunnitelmia ei kuitenkaan ole saatu hyväksyttyä ja laitteiston kunto on päässyt osittain jo erityisen heikoksi.

Yksi syy sille ettei investointi ole edennyt tuotannon ja kunnossapidon selvästä tarpeesta huolimatta voi olla se ettei projektia ole perusteltu tarpeeksi yksityiskohtaisesti tai ymmärrettävästi. Melton, Iles-Smith ja Yates (2008, 28) painottavatkin ettei projektia usein hylätä sen kustannusten vuoksi vaan sen vuoksi ettei projektin kaikkia hyötyjä ole tunnistettu tai tuotu tarpeeksi esille.

Tämän vuoksi tässä kehitystyössä pyrittiin löytämään havainnoinnin ja projektinhallinnan keinoin kaikki faktat, hyödyt, uhat ja mahdollisuudet uusintaa koskevan päätöksen tueksi.

Aluksi työssä vertailtiin aiempia uusintaehdotuksia nykytilanteeseen ja laadittiin alkutilanteesta SWOT-analyysi, jossa kootaan yhteen kaikki kyseiseen asiaan vaikuttavat vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat. Nämä ovat kaikki vuorovaikutuksessa keskenään ja siksi nämä yhteen kokoamalla saadaan parhaassa tapauksessa esimerkiksi heikkoudet kääntymään mahdollisuuksiksi. Kuviossa 6 esitellään SWOT -analyysi ja sen eri osien keskinäinen vuorovaikutus.

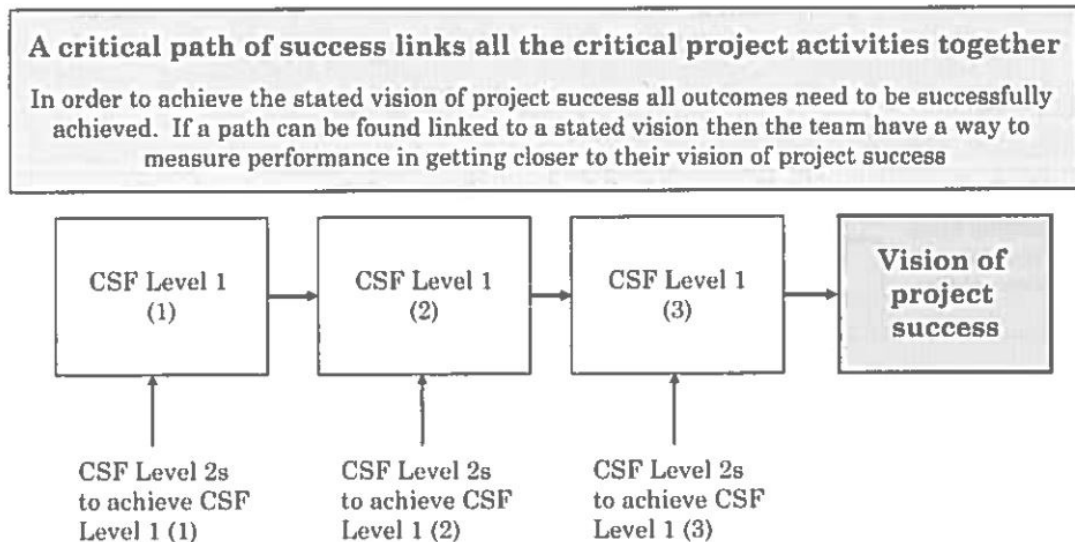


Kuvio 6. SWOT -analyysin osa-alueet ja niiden vaikutus keskenään (Melton ym. 2008, 22)

SWOT -analyysin tekemisessä käytettiin Meltonin (2009) kirjassa *Managing project delivery* esittelemää esimerkkitaulukkoa, jossa pisteytettiin kukin kohta ja suunniteltiin kuinka esimerkiksi vahvuuksia vahvistetaan, uhat poistetaan jne. Vastaava taulukko selityksineen on esitetty myös Meltonin kirjassa (2008) *Real project planning*.

#### 4.1 Kriittiset menestystekijät

Kriittinen menestystekijä tarkoittaa tunnistettavaa, määritettävää ja mitattavaa tekijää, jolla on vaikutusta projektin tai sen alaprojektien onnistumiselle. Projektin onnistumisen varmistamiseksi voidaan kaikista tunnistetuista kriittisistä menestystekijöistä muodostaa ns. kriittinen polku (critical path) menestykseen (Melton, 2007, 71). Kuviossa 7 on esitetty kuinka kriittiset menestystekijät (CSF) voidaan linkittää yhteen kriittiseksi poluksi.



Kuvio 7. Kriittisistä menestystekijöistä (CSF) luotu kriittinen polku menestykseen (Melton 2007, 71)

Projektille luotiin SWOT -analyysin pohjalta kriittiset menestystekijät, joiden avulla havaitut projektiin vaikuttavat asiat saatiin hallitusti priorisoituun käsittelyyn. Alla esitetään niistä osa.

#### 4.1.1 Käyntiaste

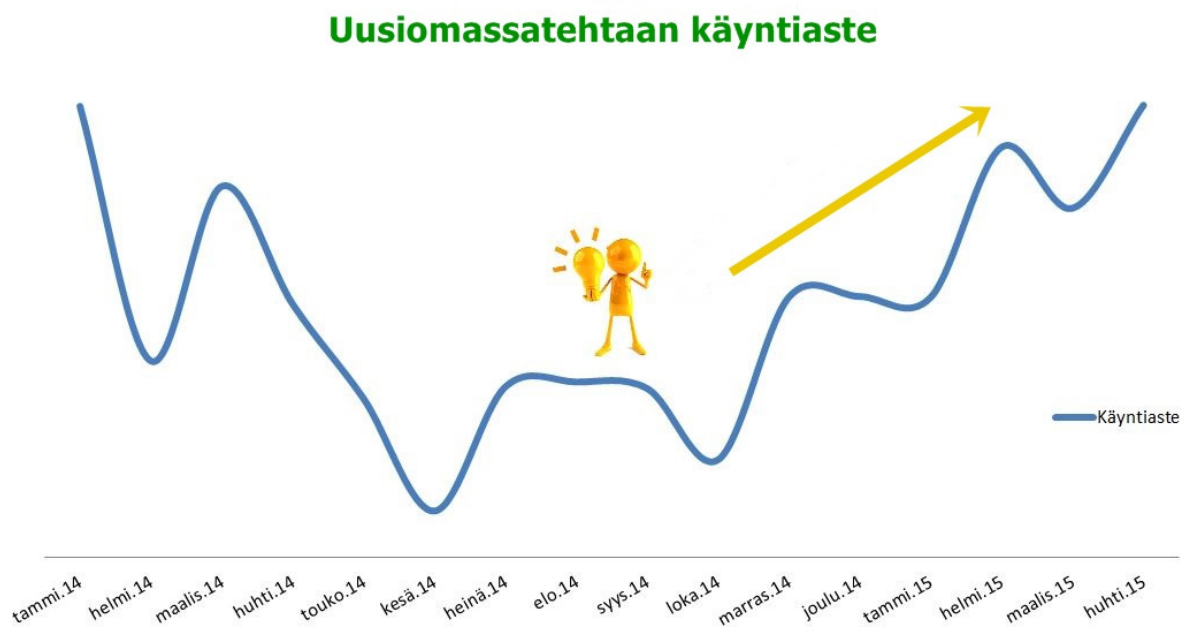
Työn alussa havaittiin että uusiomassan käyntiaste oli heikentynyt huomattavasti tapah-tuneen tuotemuutoksen myötä. Tämä koettiin SWOT -analyysissa uhkana itse uusinta-projektille mutta samalla myös mahdollisuutena huomattaviin kustannussäästöihin jo nykyisellä laitteistolla. Tämän vuoksi käyntiasteen nostamiseksi työn tutkija toteutti osaprojektina tuotekehitystyön. Työn tavoitteena oli innovoida uusi tuote ja nostaa käyntiaste aikaisemmalle tasolle sekä välttää näin vajaakäynnin aiheuttamat ylimääräi-set kustannukset. Samalla havaittu uhka saataisiin poistettua tai ainakin minimoitua.

Innovaatioiden uutuutta voidaan tarkastella teknologioiden ja markkinoiden näkökulmasta seuraavasti:

- inkrementaalinen innovaatio, jossa tehdään parannuksia olemassa oleviin tuotteisiin ja olemassa oleville markkinoille
- todella uusi innovaatio, jossa on epäjatkuvuuksia joko teknologiassa tai markkinoissa mutta ei molemmissa
- radikaali innovaatio, jossa on epäjatkuvuuksia sekä teknologiassa että markkinoissa

(Harmaakorpi ym 2012, 19)

Tehty tuoteinnovaatio voidaan luokitella ensimmäiseen vaihtoehtoon, koska työssä luotiin puolivalmistetuote joka vaikutti useaan jo olemassa olevaan tuotteeseen ja olemassa oleville markkinoille. Innovointi aloitettiin keväällä 2014 mutta varsinaiseen koeajovaiheeseen päästiin syyskuussa 2014 ja tuotanto aloitettiin vaiheittain heti sen jälkeen. Käyntiastetta mitataan vertaamalla tuotantoaikaa prosentuaalisesti kalenteriaikaan. Kuviossa 8 on kuvattuna uusiomassatehtaan käyntiasteen negatiivinen kehittyminen ennen innovaatiota ja positiivinen kehittyminen heti sen jälkeen. Keväällä 2015 käyntiaste olikin jo normaalitasolla taas ja näin myös ylimääräiset kustannukset saatiin eliminoidua.



Kuvio 8. Uusiomassatehtaan käyntiasteen kehittyminen ennen ja jälkeen tuotekehitysprojekti



#### 4.1.2 Kuitusaven hyödyntäminen

Uusiomassan valmistuksessa syntyy sivutuotteena niin sanottua kuitusavea. Kuitusavi muodostuu kun keräyskuitumassasta poistettu painomuste ja täyteaineet (esimerkiksi kaoliini ja karbonaatit) poistetaan prosessin kiertovedestä mikroflotaation avulla. Siinä prosessivesiin kertynyt aines nostetaan flotaatioaltaan pinnalle, josta syntynyt liete kaavitaan pois ja ohjataan edelleen lietteen kuivaukseen. Näin puhdistettu vesi palautetaan takaisin prosessiin. Samassa yhteydessä poistuu edellisten lisäksi myös huomattava määrä hienojakoisia puukuituja, jotka eivät enää sovellu paperinvalmistukseen. Tämän vuoksi kuivattua lietettä kutsutaankin nimellä kuitusavi.

Kuitusaven koostumus vaihtelee sen mukaan millaisesta prosessista se on peräisin. Se voidaan ryhmitellä alkuperän mukaan seuraavasti:

- ryhmä A: kuitulietteet, jotka muodostuvat mekaanista massaa raaka-aineenaan käyttävillä paperitehtailla
  - ryhmä B: kuitulietteet, joita muodostuu sellua raaka-aineena käyttävillä paperitehtailla
  - ryhmä C: siistauslietteet
- (Finncao Oy, 2001)

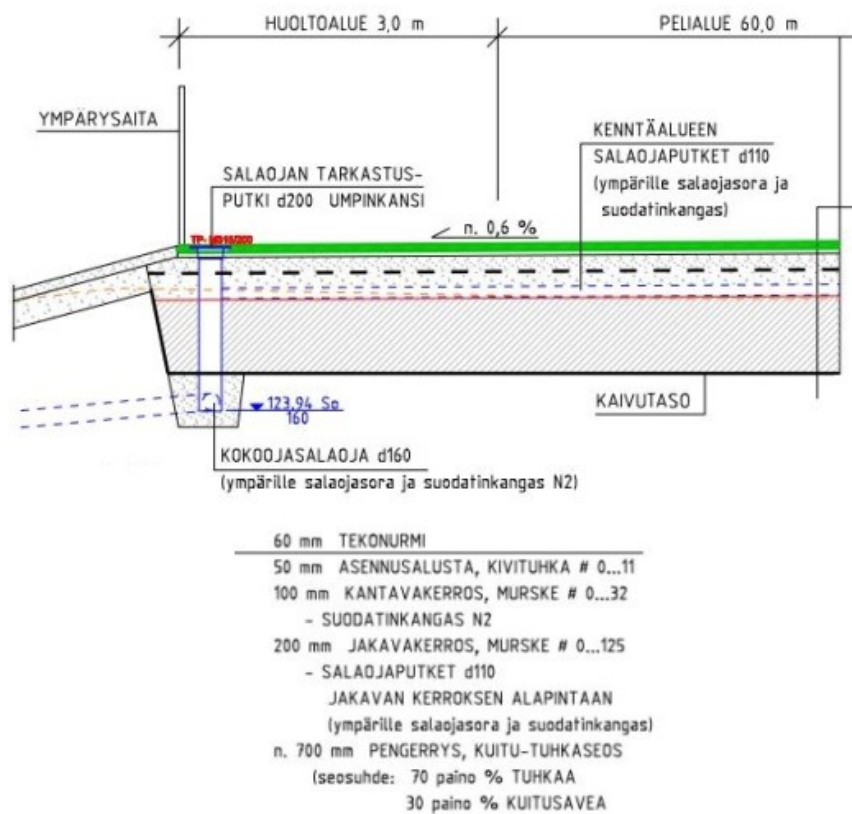
Tätä jaottelua käyttäen uusiomassan valmistuksessa syntyvä kuitusavi kuuluu C ryhmään. Kuitusavi on kuivausprosessin jälkeen ryynimäistä, paperikuitua ja täyteaineita sisältävää kevyehköä massaa, joka on muokattavissa maanrakennuksen tarpeisiin (kuva 1).



KUVA 1. Kuitusavea kuivatusprosessin jälkeen (Kuva: Jyrki Leppäaho 2016)

**Kuitusavea voidaan hyödyntää maanrakennuksessa** sen erityisominaisuuksien vuoksi. Se on tiivis materiaali ja siksi sitä onkin käytetty esimerkiksi tiivistyskerroksissa kymmenien kaatopaikkojen sulkemisissa.

Tämän lisäksi sen käyttöä on kokeiltu jo useissa liikuntarakentamiskohteissa, kuten esimerkiksi Mäntän tekonurmipintaisen jalkapallokentän pohjarakenteessa tuhkaan sekoitettuna. Luonnon kiviaineksiin verrattuna se kevyempänä vähentää kentän painumia ja toimii routaa eristävänä kerroksena (Kuvio 4 ja kuva 2). (Hyvönen 2014, 38 - 39)

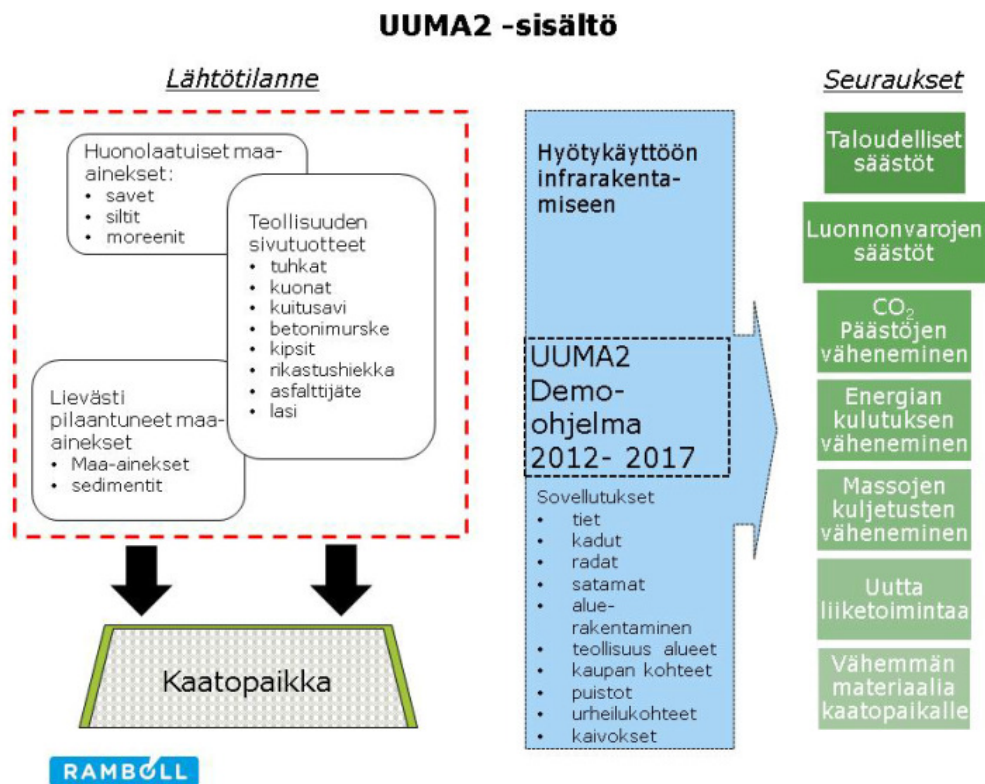


KUVIO 4. Mäntän tekonurmikentän tyyppirakenne (Hyvönen 2014, 39)



KUVA 2. Mäntän tekonurmikenttä on aktiivisessa käytössä aamusta myöhäiseen iltaan saakka (Kuva: Jyrki Leppäaho 2016).

Kaatopaikkojen sulkeminen on kuitenkin vähentynyt ja uutta käyttöä kuitusavelle kaivataan. Teollisuuden sivutuotteiden hyödyntämiseksi onkin olemassa ns. UUMA ohjelma (uusiomateriaali ohjelma). Sitä rahoittavat mm. ympäristöministeriö, liikennevirasto, metsäteollisuus ry ja energiateollisuus ry ja sen toteuttajana toimii Rambol Finland Oy sekä viestinnästä vastaa Motiva Oy. Siitä on parhaillaan menossa vaihe kaksi nimellä UUMA2 ja sen tavoitteena on edistää uusiomateriaalien käyttöä maanrakentamisessa ja vähentää näin neitseellisten luonnonvarojen käyttöä sekä maanrakentamisen ympäristövaikutuksia. Kuviossa 3 esitetään UUMA2-ohjelman sisältö. (UUMA2-ohjelma 2013)



KUVIO 5. UUMA2-ohjelman lähtötilanne ja tavoitteet (UUMA2-ohjelma 2013, 6)

**Kuitusavea voidaan myös polttaa** sen sisältämän orgaanisen aineen vuoksi. Tämä onkin enenevässä määrin tapa vähentää kuitusaven määrää ja hyödyntää sen energiasisältö. Siivousliete eli kuitusavi tuli tilastokeskuksen vuosittain julkaisemalle polttoaineluokituslistalle vuonna 2012 koodilla 3234. Alla olevassa kuviossa 9 on esitetty kuitusaven sijainti taulukossa ja sen polttoaineluokitusarvot.



| Koodi | Nimike                               | Polttoaine-<br>kohtainen<br>määrä-<br>yksikkö | CO <sub>2</sub> -<br>oletus-<br>päästö-<br>kerron | Oletus-<br>hapetus-<br>kerron | Tehollinen<br>(aiempi)<br>oletus-<br>lämpöarvo<br>käyttötässä | Oletustiheys<br>4) | Huom                      |
|-------|--------------------------------------|---|---|-------------------------------|---|--------------------|---------------------------|
|       |                                      | [t/TJ]  |   |                               | [GJ/yksikkö]  | [t/m3]             |                           |
| 32    | <b>Muut bio- ja sekapolttoaineet</b> |   |   |                               |   |                    |                           |
| 321   | <b>Biokaasu</b>                      |   |   |                               |   |                    |                           |
| 3211  | Kaatopaikkakaasu                     | 1000 m <sup>3</sup>                           | 56,1  | 1,0 *                         | 17,0  |                    | BIO                       |
| 3212  | Jätevedenpuhdistamoiden biokaasu     | 1000 m <sup>3</sup>                           | 56,1  | 1,0 *                         | 23,0  |                    | BIO                       |
| 3213  | Teollisuuden biokaasu                | 1000 m <sup>3</sup>                           | 56,1  | 1,0 *                         | 28,0  |                    | BIO                       |
| 3214  | Biometaan                            | 1000 m <sup>3</sup>                           | 56,1  | 1,0 *                         | 36,0  |                    | BIO                       |
| 3215  | Syntetttinen biokaasu                | 1000 m <sup>3</sup>                           | 56,1  | 1,0 *                         | 36,0  |                    | BIO                       |
| 3219  | Muut biokaasut                       | 1000 m <sup>3</sup>                           | 56,1  | 1,0 *                         | 20,0  |                    | BIO                       |
| 322   | <b>Biopolttonesteet</b>              |   |   |                               |   |                    |                           |
| 3221  | Biopolttoöljy                        | t   | 75,0  | 1,0 *                         | 38,5  |                    | BIO                       |
| 3222  | Biopölyyssiöljy                      | t   | 79,6  | 1,0 *                         | 17,0  |                    | BIO                       |
| 3223  | Bionestekaasu / Biopropani           | t   | 65,0  | 1,0 *                         | 46,2  |                    | BIO                       |
| 3229  | Muut nestemäiset biopolttoaineet     | t   | 79,6  | 1,0 *                         | 15,40   |                    | BIO                       |
| 323   | <b>Sekapolttoaineet</b>              |   |   |                               |   |                    |                           |
| 3231  | Kierrätyspolttoaineet                | t   | 31,8  | 0,99                          | 20,0  |                    | Oletettu bio-osuus 60% 1) |
| 3232  | Purkupuu                             | t   | 11,4  | 0,99                          | 15,0  |                    | * bio-osuus 90% 1)        |
| 3233  | Kyllästetty puu                      | t   | 11,4  | 0,99                          | 12,0  |                    | * bio-osuus 90% 1)        |
| 3234  | Siistausliete                        | t   | 60,0  | 0,99                          | 4,0   |                    | * bio-osuus 100% 3)       |
| 3235  | Jätepelletit                         | t   | 45,0  | 0,99                          | 15,0  |                    | * bio-osuus 40% 1)        |
| 3236  | Kumijätteet                          | t   | 68,0  | 0,99                          | 28,0  |                    | * bio-osuus 25% 1)        |
| 3238  | Yhdyskuntajäte / sekajäte            | t   | 40,0  | 0,99                          | 10,0  |                    | * bio-osuus 50% 1)        |
| 3239  | Muut sekapolttoaineet                | t   | 100,0   | 0,99                          | 10,0  |                    | * bio-osuus 10% 1)        |
| 324   | <b>Tuotekaasu</b>                    | 1000 m <sup>3</sup>                           | ...   | 1,00 *                        | ...   |                    | 2)                        |
| 325   | Bioliete                             | t   | 132 *   | 0,99                          | 2,5   |                    | BIO                       |
| 326   | Biohiili                             | t   | 112 *   | 0,99                          | 18,33   |                    | BIO                       |

Kuvio 9. Siistauslietteen, eli kuitusaven luokitus tilastokeskuksen polttoaineluokituksessa (Polttoaineluokitus 2016)

Hyötykäytön vähentyminen maanrakennuksessa ja kiristyvän kaatopaikkalainsäädännön vuoksi haluttiin tässä työssä kuitusaven polttaminen selvittää tarkemmin (yhtenä toimintatutkimuksen sivuspiraalina). Tämä tuli esille myös SWOT -analyysissä.

Mäntän tehtaan tarvitsemasta energiasta pääosan toimittaja on Mäntän Energia Oy. Laitos sijaitsee tehtaan vieressä ja toimittaa kaukolämpöä myös Mäntän keskustaajamaan. Energialaitoksella on pääkattilana ns. leijupetikattila, jossa poltetaan turvetta, puuta, jätevesipuhdistamon lietepuristetta sekä tehtaan polttokelpoisia puu- ja paperijätteitä.

Energialaitoksella on aiemmin tehty polttokokeita mutta näiden jälkeen on mm. kattilan ilmajärjestelmä uusittu. Lisäksi kuitusaven koostumus oli hiukan muuttunut aiemmin tehdyistä kokeista ja siksi uuden polttokokeen järjestäminen ja tietojen päivittäminen oli järkevää. Polttokokeen suorittamista kartoitettaessa avautui mahdollisuus teettää aiottu myös polttokoe oppilastyönä. Savonia - Ammattikorkeakoulun energiatekniikan opiskelija kiinnostui tarjotusta mahdollisuudesta ja otti työn vastaan. Uusiomassaprojektin vetäjän ominaisuudessa järjestin asian tehtaan johdon ja Mäntän Energian kanssa siten että toimin itse työn ohjaajana tehtaan puolelta ja Mäntän Energialta ohjaajaksi sain energialaitoksen kehityspäällikön. Työn nimeksi tuli *Kuitusaven hyödyntäminen energiantuotannossa* ja tavoitteeksi asetettiin selvittää kuitusaven polttamisen vaikutukset leijupetikattilan toimintaan, savukaasupäästöihin sekä tuhkan määrään. Työn aikana

pidettiin aloituspalaverin jälkeen ohjauspalavereja, joissa käytiin läpi tehdyt toimet ja tulokset sekä suunniteltiin uusia toimia.

Koepoltto suoritettiin viiden päivän mittaisena joulukuussa 2014 ja työ valmistui helmikuussa 2015. Siitä saatujen tulosten perusteella osoitettiin että kuitusavi ei aiheuttanut ongelmia kattilan toiminnassa ja että kattila soveltuu hyvin kuitusaven polttoon. Samalla todettiin rikkipäästöjen vähenevän savukaasuista, koska todennäköisesti kuitusaven karbonaatit sitovat sitä. Työssä havaittiin myös kuitusaven muodostavan laboratoriossa poltettaessa upokkaaseen kovan möykyn, jonka koostumista ei vielä tutkittu. Havainto tulee huomioida kuitenkin myös jatkosuunnittelussa. (Kovanen 2015)

Samalla vahvistui käsitys siitä että uusiomassatehtaan kuitusaven kuiva-ainetta on nostettava nykyisestä ja että savukaasujen puhdistukseen tarvitaan lisäkapasiteettia. Kuiva-aineen nostoon tarvitaan lietteen kuivauskapasiteettia lisää ja kun nykyinen kuivauslaitteisto pitää joka tapauksessa uusia kuntonsa vuoksi niin oli järkevää suunnitella koko prosessi hiukan toisin. Nykyään vastaavissa kohteessa on käytössä esimerkiksi ruuvipuristimia, joilla kuiva-aineprosentti on 20 – 40 %. Lisäämällä esikuivaimen ennen ruuvia päästään jopa 50 – 60 % kuiva-ainepitoisuuteen. (Lohiniva, Mäkinen & Sipilä, 2001, 55 - 56)

Savukaasujen lisääntynyt puhdistustarve voidaan hoitaa lisäsuodattimilla ja/tai savukaasupesurin avulla. Jälkimmäinen vaihtoehto päätettiin kartoittaa myös tutkimuksen sivuprojektina tarkemmin. Tämän työn tekijä osallistui European Energy Manager -koulutusohjelmaan, jonka lopputyössä selvitettiin savukaasupesurista saatavia hyötyjä energialaitoksella ja paperitehtaalla. Koulutusohjelman järjesti Eurooppalaista EUREM organisaatiota suomessa edustava AEL. Koulutusohjelma alkoi maaliskuussa 2014 ja lopputyö esiteltiin tehtaan- ja energialaitoksen johdolle tammikuussa 2015.

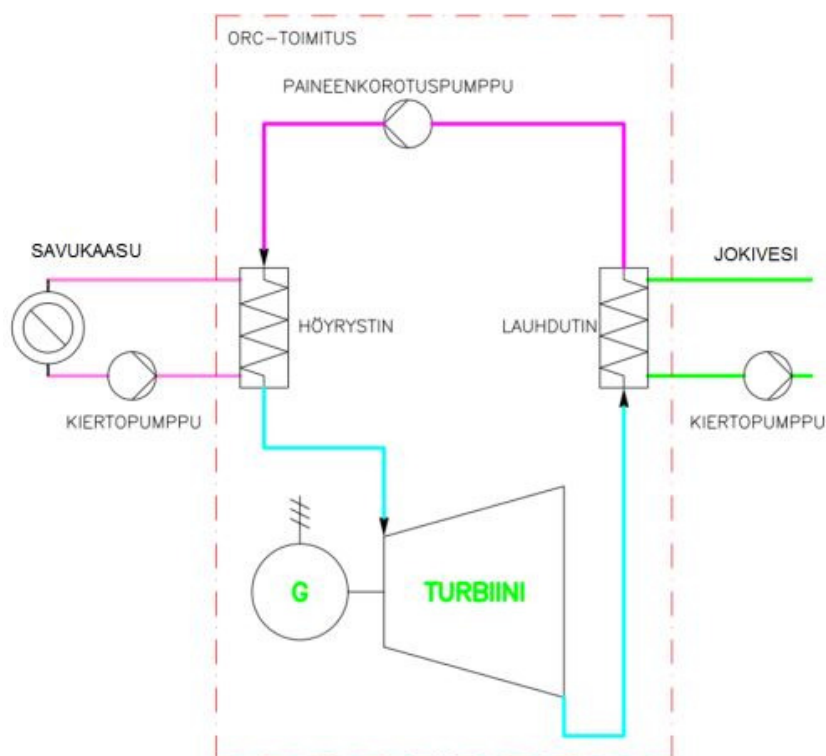
Työssä tuli esille savukaasupesurista saatavien hyötyjen lisäksi se että haittapuolena voidaan pitää suhteellisen kallista investointikustannusta. Tämä johtuu mm. siitä että energialaitoksen vanha tiilipiippu ei kestä alentuneen savukaasun lämpötilan ja kosteuden aiheuttamaa rapautumista ja siksi piippu täytyy uusida. Toisaalta savukaasun hukkalämmöstä saatavan energian määrä on suuri ja nykyään tällä lämpömäärällä pidetään periaatteessa vain tiilipiippu riittävän lämpimänä rapautumista ehkäisemään. Näin on

kuitenkin vielä tehtävä (myös monella muulla energiantuottajalla) vaikka nykypäivänä moinen ei tunnukaan enää järkevältä.

Savukaasupesurin hyötynä on luonnollisesti se että savukaasut puhdistuvat paremmin mutta myös se että sen avulla saadaan huomattavasti lämpöenergiaa talteen savukaasusta. Tätä lämpöenergiaa voidaan hyödyntää esimerkiksi vesien lämmittämiseen. Ongelmana on kuitenkin usein yleensä se, ettei tällaiselle vedelle ole riittävästi käyttökohteita. Lopputyössä ehdotettiin että savukaasusta saatava lämpö hyödynnettäisiin ensisijaisesti suoraan energialaitoksen tarpeisiin esimerkiksi kaukolämmön valmistuksessa ja lisäksi mahdollisesti sähköntuotantoon ORC - tekniikan avulla sekä vasta sen jälkeen tehtaan vesien lämmityksessä.

ORC (Organic Rankine Cycle) on järjestelmä, jolla voidaan tuottaa sähköä matalalämpöisistä jätelämpökohteista, kuten savukaasusta. Se perustuu miltei samaan tekniikkaan kuin sähkön tuotanto höyryturbiinin avulla mutta siinä turbiiniin johdettavan orgaanisen kiertoineen höyrystymislämpötila on veden höyrystymislämpöä alhaisempi ja näin lämmönlähde voi olla myös matalampi. ORC -tekniikka on suhteellisen yksinkertaista ja sitä voi hyödyntää useille erityyppisille lämmönlähteille. (Quiolin ym 2013)

Savukaasusta saatava lämpö voidaan hyödyntää suoraan kaukolämpöön ja tehtaan käyttöön mutta ideana oli että välissä voitaisiin tehdä myös sähköä ja käyttää tehtaan käyttämää vettä jäähdytysvetenä. Näin saataisiin samalla hiukan sähköntuotantoa lisää ennen veden lämmitystä. Kuviossa 10 esitetään ORC prosessi ja siinä näkyvä lämpönielu, eli tässä tapauksessa jokivesi, korvattaisiin tehtaan käyttämällä vedellä. Näin saataisiin normaalisti hukkaan menevä lämpö myös hyödynnettyä.



Kuvio 10. ORC prosessin periaatekuva kun lämmönlähteenä on savukaasu (Maaskola & Kataikko 2014, 53)

Aiemmin mainitut asiat käytiin siis energialaitoksen kanssa läpi ja keskustelu sekä suunnittelu jatkuvat yhteistyössä asian tiimoilta. Ehdotetut asiat eivät kuitenkaan ole varsinaisessa uusiomassan uusintainvestoinnissa mukana mutta tarkastelun tarkoitus olikin luoda uusia jatkokehitysmahdollisuuksia energian käytön tehostamiseksi. Tämän hetken arvion mukaan hankkeella onkin huomattava energiansäästöpotentiaali tehdasalueella. Toteutuessaan se olisi hyvä näyttö siitä miten kaksi eri yhtiötä voivat yhteistyöllä tehostaa energiankäyttöään.

#### 4.1.3 Uusiomassatehtaan kapasiteetin määrittäminen

Vertailtaessa aiemmin tehtyjä uusintasuunnitelmia havaittiin että melkein kaikki oli tehty eri kapasiteeteille ja osin niin ettei prosessiin jäljelle jäävien laitteiden kapasiteettia oltu huomioitu lainkaan. Tämän vuoksi kapasiteetti laskettiin uudelleen sen mukaan minkä koko linja voi uusinnan jälkeen läpäistä. Lisäksi toisena vaihtoehtona laskettiin kapasiteetin nostamisen vaikutus koko investointikustannukseen siten että kaikki laitteet läpäisisivät sen. Tehtaan johdon ja osin myös yhtiön ulkomaisten asiantuntijoiden kans-



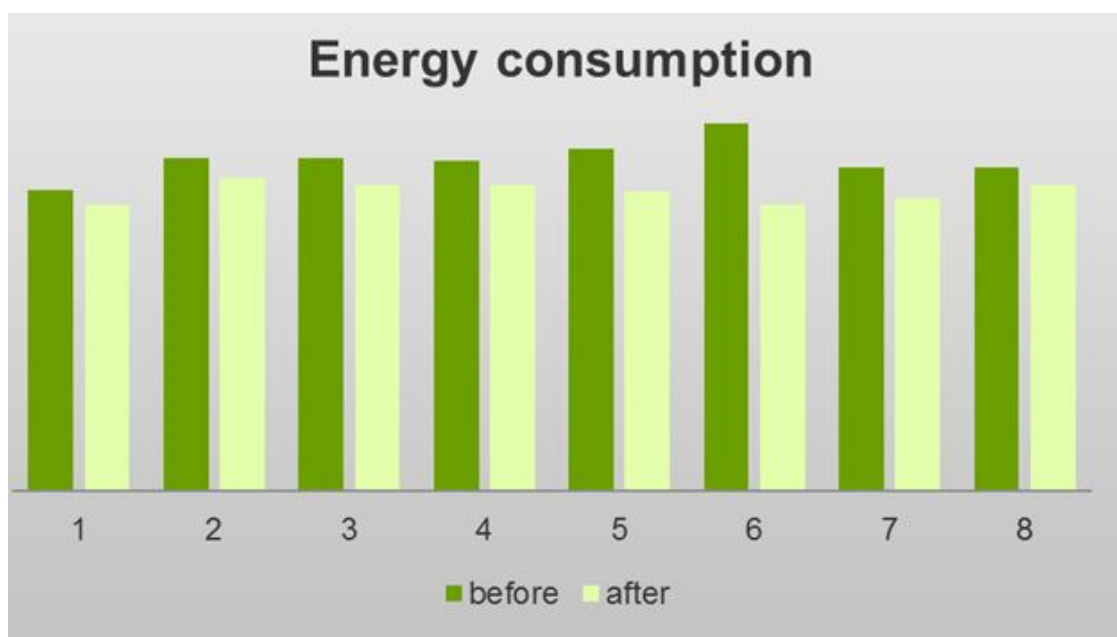
sa käydyissä keskusteluissa havaittiin että vaihtoehtoja eri kapasiteeteille ja laitevariaatioille täytyy olla enemmän päätöksen tekoa varten. Samalla tutkittiin tarkemmin myös keräyspaperin riittävyys yhdessä oston kanssa ja työssä laskettiin sitten maksimikapasiteetti laitokselle, johon keräyspaperijakeet tällä hetkellä riittävät. Näin saatiin rajattua ylimitoitettut vaihtoehdot vertailusta pois. Lisäksi ylimitoitettu kapasiteetti olisi näkynyt myös investointikustannusten nousuna ja entiselleen jäänyt prosessin osa olisi todennäköisesti toiminut käyntiajossa rajoitteena kapasiteetin saavuttamiselle.

#### **4.1.4 Varautuminen prosessiveden puhdistuskapasiteetin lisäämiseen**

Aiemmin mainittu kuitusaven kuiva-aineen nostaminen aiheuttaa sen että vettä palautuu aiempaa enemmän takaisin prosessiin. Tämä on tietenkin hyvä asia veden ominaiskulutuksen kannalta ja näin myös mahdollisuus kustannussäästöihin. Vaikka määrä ei kovin suuri teoriassa olekaan niin tämä tunnistettiin kuitenkin myös yhtenä riskinä ja pyrittiin siksi huomioimaan suunnittelussa. Tästä tuli siis yksi tutkimuksen sivuspiraali myös.

Veden käsittelyn parantamiseksi löydettiin yksi potentiaalinen tehostamiskeino. Kun sitä tutkittiin tarkemmin, havaittiin että se kannattaa tehdä osaprojektina jo ennen varsinaista laitoksen uusintaa pelkästään sen energiansäästöpotentiaalin vuoksi. Tämän lisäksi veden käsittelyn kapasiteetti kasvaa tulevaa tarvetta silmälläpitäen.

Projektin suunnittelu aloitettiin syksyllä 2014 ja hyväksyntä normaali menettelyn kautta sille saatiin seuraavan vuoden kesällä. Asennukset aloitettiin heti ja valmiina projekti oli syksyllä 2015. Projekti meni muuten hyvin mutta koeajo vaihe kesti normaalia pidempään ilmenneiden ongelmien vuoksi ja prosessia jouduttiin hiukan vielä muuttamaan ennen varsinaista hyväksyntää. Energiansäästön osalta projekti oli alkuvaikeuksista huolimatta menestys ja laskutavasta riippuen takaisinmaksu aika liikkui puolesta vuodesta yhteen vuoteen koko uusiomassatehtaan ominaisenergiankulutuksesta laskettuna. Kuviossa 11 on esitetty tämän osaprojektin vaikutus kahdeksan kuukauden osalta ennen ja jälkeen toteutuksen. Kuviosta on poistettu luvut mutta siitä voi havaita tasaisen parannusvaikutuksen.



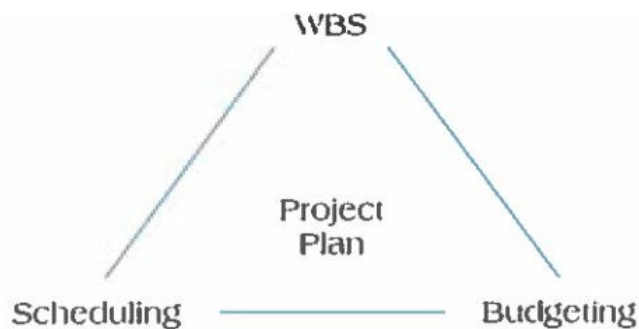
Kuvio 11. Uusiomassatehtaan ominaisenergiankulutuksen parannus vedenkäsittelyn osaprojektin jälkeen

#### 4.1.5 Projektisuunnitelma

Aiempia suunnitelmia tutkittaessa havaittiin myös että ne oli esitetty yhtenä investointisummana yhdelle vuodelle tai korkeintaan niin että joitakin maksuposteja olisi jakaantunut muutamalle eri vuodelle. Lisäksi havaittiin että investoinnin kustannusarviot rajoittuivat lähes pelkästään prosessilaitteisiin ja muut uusinnan tarpeessa olevat osat oli jätetty pois tai ainakaan niitä ei ollut kartoitettu tarkemmin.

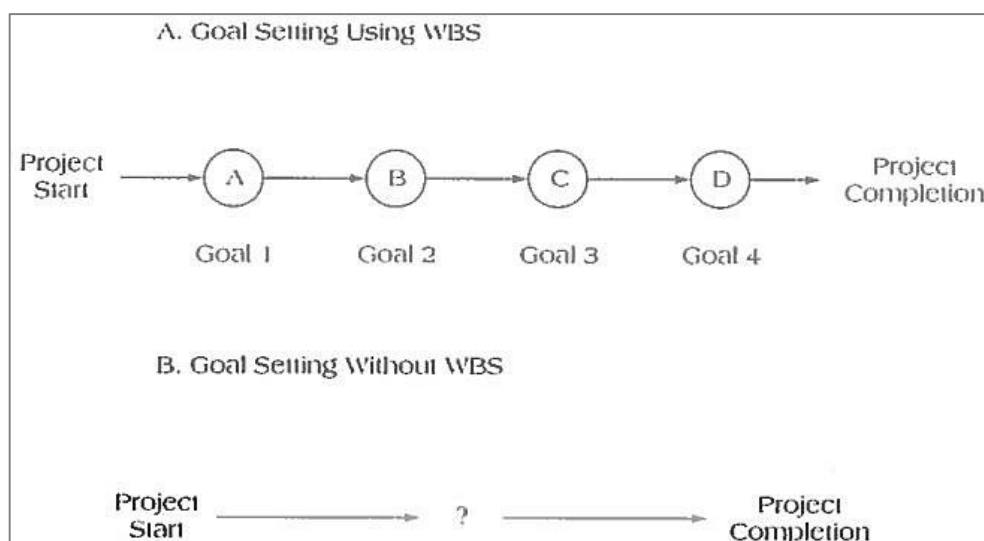
Tämän havainnon vuoksi kustannusarvio päätettiin tehdä tarkemmin huomioimalla kaikki uusinnan tarpeessa olevat kohteet. Lisäksi havaittiin että kustannusten kohdistaminen yhdelle vuodelle ei ole järkevää, koska investointisumma on sen verran suuri että se estäisi käytännössä kaikki muut pienemmät ja välttämättömät investoinnit tehtaalla toteutusvuonna. Lisäksi omaa projektiosastoa tms. ei tehtaalla ole, joten kaikki projektit hoidetaan suurelta osin oman tuotanto- ja kunnossapitohenkilöstön voimin normaalien töiden ohella. Tällöin käy helposti niin että liian suurena kokonaisuutena toteutettaessa projekti ylikuormittaa omat resurssit, varsinkin kun tämä ei ole ainoa suunniteltu projekti.

Edellä mainittuihin havaintoihin voidaan vaikuttaa projektinhallinnan keinoin, eli tarkemmalla projektin osituksella, aikataulutuksella ja budjetoinnilla. Ne ovat osa projektisuunnitelmaa ja vaikuttavat toinen toisiinsa, jota havainnollistetaan kuviossa 12.



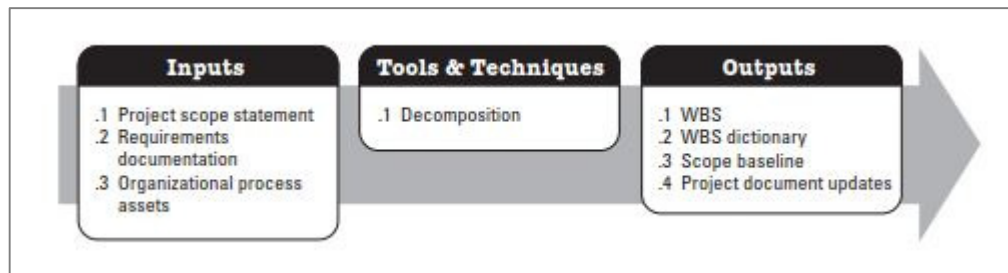
Kuvio 12. Projektin osituksen, aikataulutuksen ja budjetoinnin yhteys projektisuunnitelmassa (Pinto 2010, 263)

**Projektin osituksella** (WBS, work breakdown structure) tarkoitetaan projektin jakamista pienempiin, helpommin hallittaviin osiin. Usein projektin alussa tehtävänanto voi tuntua epämääräiseltä ja suunnittelija miettiikin keinoa kuinka aloittaa työ. Tässä auttaa kun muistaa että jokainen projekti koostuu kuitenkin erillisistä osista, jotka kokonaisuutena sitten muodostavat lopputuloksen. Projekti on siis sarja toimenpiteitä, jotka pitää toteuttaa yksitellen lopputulokseen pääsemiseksi. Kuviossa 13 havainnollistetaan kuinka projekti kulkee alusta loppuun projektin ositusta käytettynä ja ilman sitä. (Pinto 2010, 161)



Kuvio 13. Projektin kulku projektin osituksella (A) ja ilman sitä (B). (Pinto 2010, 162)

Ilman ositusta projektilta puuttuu ikään kuin rakenne ja tämän vuoksi seuranta on vaikeaa. Projektin ositus rajaa varsinaisen projektilaajuuden ja määrittelee siinä tehtävät työt. Kuviossa 14 havainnollistetaan osituksen kulku. (PMBOK 2008)



Kuvio 14. Projektin osituksen luominen (PMBOK 2008, 116)

Osituksen lähtökohtana ovat projektin laajuus, vaatimukset ja organisaation mahdollisuudet kuten aiemmat kokemukset projekteista, mahdolliset politiikat ja valmiit osituspohjat yms. Nämä tiedot sitten yhdistellään ja pilkotaan sopiviksi työkokonaisuuksiksi, joista puolestaan sitten syntyy varsinainen projektin ositus tarvittavine tietoineen.

Kuten aiemmin mainittiin, uusi strategia oli jakaa projekti useammalle vuodelle ja siksi työssä tehtiin myös projektin ositus. Lisäksi projekti jaettiin tarkemmin rakennus, prosessi ja sähkö/automaatio osioihin. Näistä varsinkin jälkimmäisen kohdalla havaittiin riskinarvioissa potentiaalinen mahdollisuus, ettei sen osuutta osattu itse arvioida puolueettomasti oikein. Tämä johtui siitä että varsinkin sähköjen jakelun osalta käytössä oli tekniikkaa, jonka elinkaaresta ja riskeistä ei ollut varmaa tietoa. Siksi tämän osion kustannusarvio päätettiin teettää ulkopuolisella suunnittelutoimistolla ohjaten samalla heitä käyttämään ositusmallia siinä. Samoin rakennusten osalta teetettiin kuntoarvio ulkopuolisella vaikka sen osalta muuten varsinainen kustannusarvio laadittiin itse.

Projektin osituksen tuloksesta muodostettiin sitten työkokonaisuuksia siten että ne pysytään tekemään itsenäisesti mutta kuitenkin tietyssä järjestyksessä. Liitteessä 1 näkyy kuinka projekti on jaettu osiin kolmelle vuodelle ja kuinka joka osiolle on aikataulullisesti tässä vaiheessa sovittu oma toteutusvuosi. Näin saimme myös kustannukset jaettua eri vuosille. Tämä puolestaan auttaa kaikkien tehtaalla tehtävien investointien priorisoinnissa ja suunnittelussa saatavilla olevaan investointibudjettiin nähden.

**Aikataulu** voidaan tehdä projektin osituksen jälkeen, koska silloin on tiedossa työkokonaisuuksien määrä ja resurssit voidaan arvioida näiden mukaan. Tässä työssä päädyttiin siis kolmen vuoden investointiperiodiin investointikustannusten ja omien henkilöresurssien jakamisen vuoksi. Tämä aiheutti luonnollisesti sen että työkokonaisuudet täytyi aikatauluttaa siten että ne voidaan toteuttaa yksittäisinä osioina oikeassa järjestyksessä ja eri seisokeissa ilman että muut osiot häiriintyisivät. Tämä oli varsinkin sähkö/automaation osalta haasteellista.

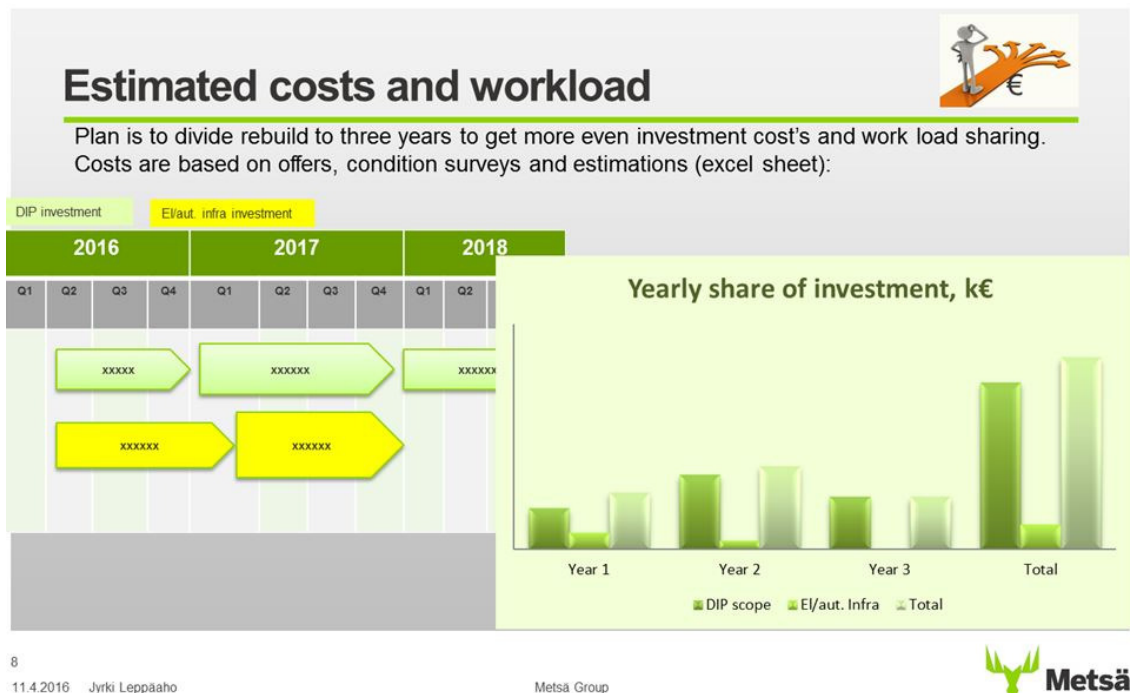
**Budjetointia** voidaan tehdä ns. ylhäältä alaspäin, jolloin ylempi johto antaa arvion projektiin käytettävästä summasta, yleensä esimerkiksi aiemman vastaavanlaisen totutuksen perusteella. Tämän jälkeen se ohjataan organisaatiossa alaspäin ja pilkotaan pienempiin osiin ja kustannuksiin. Tämä tapa voi tuoda kitkaa organisaation osien välille ja johtaa helposti tilanteeseen, jossa johdon ilmoittamasta summasta yritetään esimerkiksi siirtää osa muille osastoille. Samoin annettu summa pyritään myös helposti kuluttamaan kokonaisuudessaan vaikka siihen ei olisi tarvetta. Positiivisena puolena on kuitenkin se että silloin kun johto tätä käyttää niin budjetti yleensä perustuu johonkin ja on näin riittävän tarkka. Tämä puolestaan antaa taas alemmalle organisaatiolle kuvan kurinalaisuudesta ja siitä että kustannuksia seurataan. (Pinto 2010, 264)

Toinen tapa budjetoida on ns. alhaalta ylöspäin budjetointi, jossa projektin vetäjä valmistelee budjettinsa perustuen projektin vaatimuksiin ja aktiviteetteihin. Tämän jälkeen seuraava porras valmistelee oman budjettinsa ottaen huomioon yrityksen ja oman osastonsa tarpeet. Lopulta yrityksen ylempi johto sitten poistelee päällekkäisyyksiä yhdistämällä ja virtaviivaistamalla toimia. He myös vastaavat kokonaisbudjetin laatimisesta organisaatiolle. Hyvänä puolena on se että alhaalta ylöspäin budjetointi korostaa tarkan projektisuunnitelman ja siitä erityisesti projektin osituksen merkitystä. Lisäksi se edesauttaa yhteistyötä projektin- ja osastonvetäjän välillä ja antaa ylemmälle johdolle tarkemman kuvan projektista esimerkiksi priorisointia varten. Huonona puolena voidaan puolestaan pitää sitä että alhaalta ylöspäin budjetointi vie yleensä enemmän aikaa kun kustannuksista etsitään eri portaiden välillä kompromissia esittelemällä ja muuttelemalla omia lukuja niin kauan että kaikki ovat tyytyväisiä. (Pinto 2010, 264)

Tutkimuksessa budjetointia koskevana havaintona voidaan pitää sitä että koska aiemmat projektisuunnitelmat eivät ole olleet kovin tarkkoja niin myös johdolle on voinut olla epäselvää mitä oikeasti ollaan hankkimassa. Tämä puolestaan on johtanut todennäköi-

sesti siihen että budjetointi on ollut enemmän ylhäältä alaspäin tehtyä. Tämän vuoksi päätettiin budjetointi tehdä huolellisemmin alhaalta ylöspäin menetelmällä. Tällöin myös ylempi johto saa paremman käsityksen siitä mitä on tarve hankkia, minkä takia ja mihin hintaan.

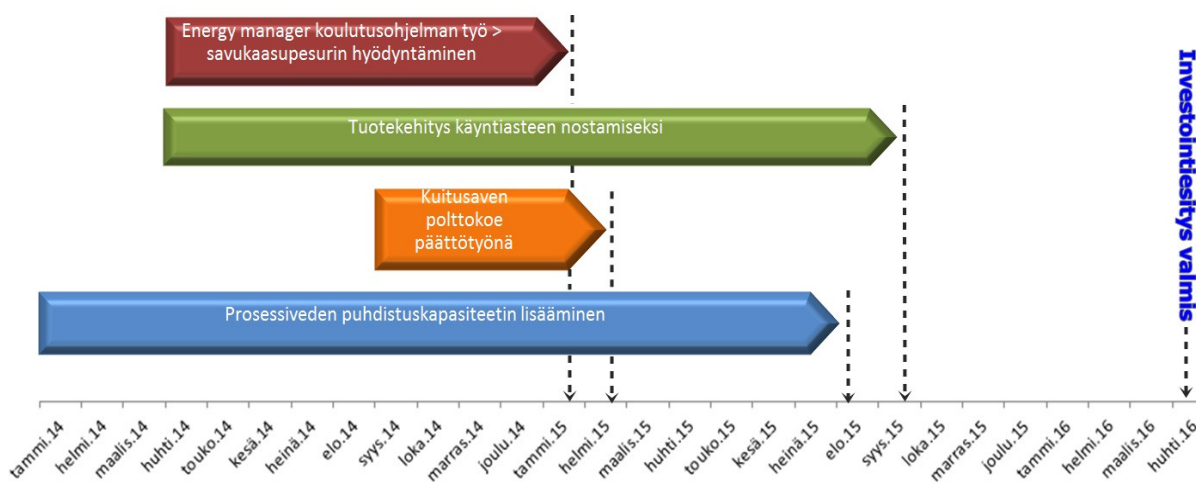
Projektisuunnitelmaan liitetyt projektin ositus, aikataulu ja budjetointi esitettiin johdolle yhdellä sivulla (kuvio 12), jossa haluttiin vielä erikseen näyttää varsinaisen tuotantoprosessin uusinnan ositus, aikataulu ja kustannukset sekä sähkön jakelun osalta vastaava osuus. Jälkimmäinen siksi että sen osuus tulee toteuttaa joka tapauksessa vaikka valitaisiin minkälainen projektilaajuus viidestä eri vaihtoehdosta. Kuvioista on poistettu luottamuksellinen tieto, eli osituspakettien nimet ja kustannukset.



Kuvio 15. Johdolle esitetty projektin aikataulu, ositus karkealla tasolla ja rahan kulutus vuosittain sekä yhteensä

## 5 YHTEENVETO

Yhteenvetona voidaan todeta että tämän tutkimuksen avulla uusiomassan investointiesitykselle luotiin aiempia kertoja paremmat edellytykset päätöksentekoa varten. Työssä huomioitiin kaikki tunnistetut riskit ja mahdollisuudet ja näiden perusteella luotiin kriittiset menestystekijät, projektin ositus, aikataulu, budjetti ja uskottava suunnitelma koko projektille. Havaintojen perusteella koottiin kriittisistä menestystekijöistä osaprojekteja jotka toteutettiin tämän työn aikana. Alla olevassa kuviossa 16 on esitetty nämä työt aikajanalla.



Kuvio 16. Havaittuja hyötyjä ja kriittisiä menestystekijöitä aikajanalla

Tunnistetun uhan kautta kriittiseksi menestystekijäksi luokiteltu uusiomassatehtaan heikentynyt käyntiaste käännettiin osaprojektina toteutetun tuotekehitysprojektin avulla takaisin normaalitasolle. Samalla saavutettiin myös huomattava kustannussäästö.

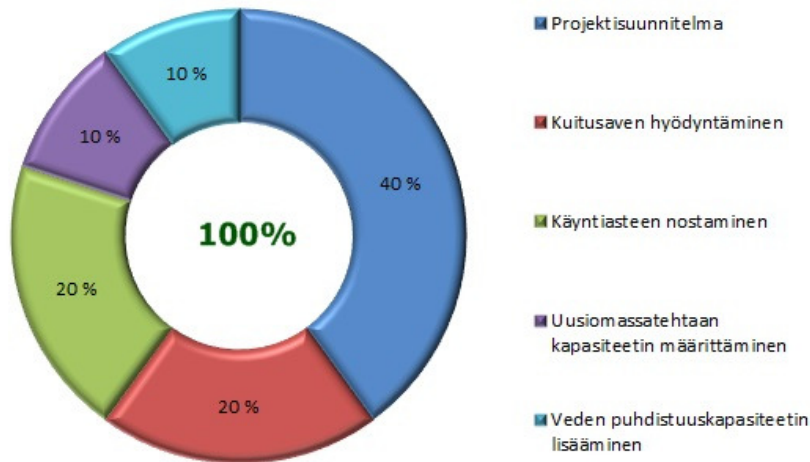
Uusiomassatehtaan prosessiveden puhdistuskapasiteetti tunnistettiin riskiksi kuitusaven lisääntyvän kuiva-aineen vuoksi ja siksi se valittiin myös kriittiseksi menestystekijäksi. Tätä tutkittaessa löydettiin mahdollisuus osaprojektin avulla parantaa vedenkäsittelyä ja saavuttaa samalla sen investointitarpeeseen nähden huomattava, koko uusiomassatehtaan energiatehokkuutta parantava säästö. Tämä osaprojekti toteutettiin sitten ja on jo käytössä tätä kirjoitettaessa. Näin ollen tämä oli tuotantoprosessin osalta jo ensimmäinen varsinaisen uusintaprojektin projektiosituspaketti.

Uusiomassan valmistuksessa sivutuotteena syntyvä kuitusavi on merkittävä tekijä aina kun puhutaan vastaavasta tuotantoalasta. Siksi se huomioitiin myös tutkimuksessa varsin suurella painotuksella tuomalla esille sen hyötykäyttöä maanrakennuksessa ja tutkimalla sen hyödyntämistä energialaitoksella. Kuitusaven sisältämän orgaanisen aineksen bio-osuus on kuitenkin 100 % tilastokeskuksen polttoaineluokituksessa vaikka sen energiaksi hyödynnettävä lämpöarvo ei kovin suuri olekaan. Tästäkin tehtiin osaprojekti, joka toteutettiin energiatekniikan opiskelijan AMK opinnäytetyönä järjestämällä kuitusaven polttokoe energialaitoksella. Työn tuloksena voitiin todeta että energialaitoksen kattila soveltuu hyvin kuitusaven polttoon ja että kuitusaven poltto vähentää savukaasujen rikkipäästöjä. Tämän työn tekijä toimi energialaitoksen kehityspäällikön kanssa työn ohjaajana oppilaitoksen ohjaajien lisäksi. Varsinaisen opinnäytetyön tekijä suoriutui tehtävästään varsin itsenäisesti ja kiitettävällä tavalla.

Lisäksi kuitusaven energiakäyttöön liittyen tutkija suoritti osaprojektina opintojen aikana European Energy Manager -koulutusohjelman, jonka päättötyössä tutkittiin kuitusaven polttamiseen liittyen savukaasupesurista saatavia hyötyjä. Savukaasupesuri puhdistaa luonnollisesti savukaasuja mutta tässä työssä keskityttiin tutkimaan sen energian talteenotto-ominaisuuden hyödyntämistä. Päättötyössä löydettiin eri vaihtoehtoja savukaasusta saatavan lämpöenergian hyödyntämiseksi joko kaukolämpöön tai tehtaan vesien lämmitykseen. Tehtaalta löytyi yksi prosessin osa johon lämpöä voidaan siirtää huomattavasti. Uutena mahdollisuutena esitettiin myös sähköön tuottaminen ORC tekniikalla ennen tehtaan vesien lämmitystä. Tämän päättötyön tulokset esiteltiin energialaitoksen ja tehtaan johdolle tammikuussa 2015 ja suunnittelu energialaitoksella näiden puitteissa jatkuu aktiivisesti.

Kokonaishyötyjä arvioitaessa voidaan määritetyt kriittiset menestystekijät arvottaa koko työn onnistumisen kannalta kuviossa 18 esitetyllä tavalla.



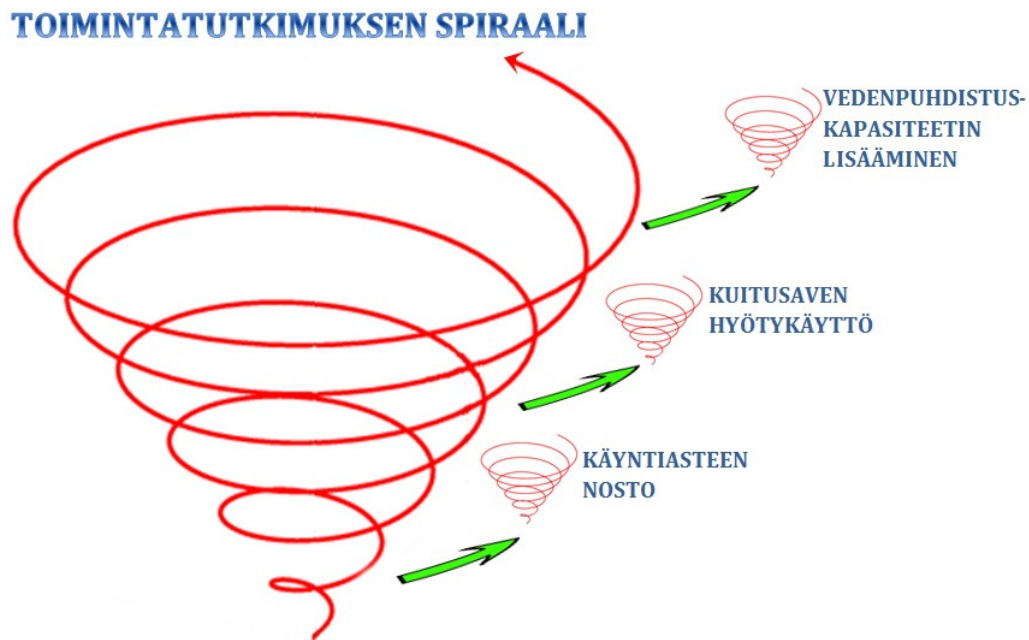


Kuvio 18. Kriittisten menestystekijöiden arvotus prosentuaalisesti koko työn onnistumisen kannalta

Projektisuunnitelma työn osituksineen arvioitiin suurimmaksi hyödyksi, koska sen avulla resurssit voitiin jakaa järkevämmiin perustellulla tavalla useammalle vuodelle. Kuitusaven hyödyntäminen ja käyntiasteen nostaminen arvioitiin molemmat seuraavaksi tärkeimmiksi hyödyiksi investoinnin perustelujen kannalta. Uusiomassan kapasiteetin määrittämisellä vältettiin liian suuret laitehankinnat ja prosessiveden puhdistuskapasiteetin nostamisella saavutettiin jo nyt huomattava energiansäästö vedenpuhdistuksen kapasiteetin nousun lisäksi.

## 6 POHDINTA

Toimintatutkimus ja aktiivinen havainnointi sopivat tällaisen työn tutkimusmenetelmiksi hyvin, koska työssä kartoitettiin hyötyjä ja riskejä sekä pyrittiin tunnistamisen jälkeen aktiivisesti vaikuttamaan niihin. Tutkimusmenetelmä osiossa mainittu toimintatutkimuksen spiraali ja sen sivuspiraalit toimivat juuri kuten lähteessä mainittiin. Eli tutkimuksen edetessä nousee esille uusia kysymyksiä tai mahdollisuuksia ja niitä kartoitettaessa muodostuu tutkimuksen sivuspiraaleja. Kuviossa 17 havainnollistetaan tässä työssä havaittuja uhkia ja mahdollisuuksia, jotka käsiteltiin tutkimuksen osaprojekteina ja joista saatiin näin hyödyt jo realisoitua.



Kuvio 17. Toimintatutkimuksen spiraali ja tutkimuksen aikana muodostuneet sivuspiraalit, eli havaittujen hyötypotentiaalien tunnistaminen ja hyödyntäminen osaprojekteina

Tutkimuksen avulla luotiin siis huomattavasti yksilöidympi, eri variaatiot huomioon ottava, projektisuunnitelma uusiomassatehtaan investointiesitystä varten. Tämä auttaa myös jatkossa tulevien investointiesitysten ja projektien valmistelussa sekä varsinaisissa projektitoteutuksissa. Lisäksi tutkimuksen avulla löydettiin huomattavia lisähyötyjä, torjuttiin osa riskeistä ja jopa käännettiin niitä mahdollisuuksiksi. Näitä myös toteutettiin jo osaprojekteina saavuttaen niille asetetut tavoitteet.

## LÄHTEET

Eskola J, Suoranta J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 7.painos. Jyväskylä: Gummerus

European list of Standard Grades of Recovered Paper and Board. 2002.

<http://www.cepi.org/topics/recycling/publications/EuropeanListofStandardGradesofRecoveredPaperandBoard>

Finncao Oy. 2001. Luettu 12.12.2015.

[http://www.finncao.fi/pdf/suunnittelu\\_ja\\_mitoitusohje.pdf](http://www.finncao.fi/pdf/suunnittelu_ja_mitoitusohje.pdf).

Garcia, R., Calantone, R. 2002. A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology. A literature review. The journal of Product Innovation Management, 19, 110-132

Harmaakorpi, V., Oikarinen, T., Kallio, A., Mäkimattila, M., Rinkinen, S., Salminen, J. Tuotila, T. 2012. Innopakki, käytännönläheisen innovaatiotoiminnan käsikirja. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Lahti School of Innovation. MP-paino Oy

Heikkinen, H.L.T. 2015. Toimintatutkimus: kun käytäntö ja tutkimus kohtaavat. Kokonaisuudesta Valli, R., Aaltola, J. 2015. Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Jyväskylä: PS-kustannus

Hyvönen, I. 2014. Kuitutuhkan pitkäaikaistoimivuus teiden ja urheilukenttien päällysrakenteissa. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere 2014. Diplomityö.

Kovanen A. 2015. Kuitusaven hyödyntäminen energiantuotannossa.

<https://theseus.fi/browse?value=Kovanen%2C+Aapo&type=author>

Kuula, A. Toimintatutkimus. Luku 5.4. Kokonaisuudesta Saaranen-Kauppinen A & Puusniekka A. 2006. KvaliMOTV -menetelmäopetuksen tietovaranto [pdf-verkkajulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto.

[http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L5\\_4.html](http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_4.html)

Lohiniva, E., Mäkinen, T., Sipilä K. 2001. Lietteiden käsittely, uudet ja käytössä olevat tekniikat, 55-56. VTT. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2001/T2081.pdf>

Maaskola, I., Kataikko, M. 2014. Ylijäämälämmön taloudellinen hyödyntäminen. Lämpöpumppu ja ORC sovellukset. Helsinki: Motiva.

Melton, T. 2007. Project Management Toolkit. Oxford: Elsevier ltd.

Melton, T., Iles-Smith, P., Yates J. 2008. Project Benefits Management: Linking your Project to Business. Oxford: Elsevier ltd.

Metsä Tissue Oyj Mäntän tehdas. Luettu 12.12.2015.

<http://www.metsatissue.com/en/AboutUs/Operations-in-Finland/Suomi/Pages/default.aspx>

Pinto, J. 2010. Project Management, achieving competitive advantage. Second edition. USA: Pearson Education

PMBOK, A guide to the project management body of knowledge. 2008. Fourth edition. 2014. USA: Project management institute, inc (PMI).

Polttoaineluokitus 2016. Tilastokeskus. Luettu 8.5.2016.

[https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut\\_polttoaineluokitus.html](https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html)

Quiolin, S., Van Den Broek, M., Declaye, S., Dewallef, P., Lemort, V. 2013. Techno-economic survey of Organic Rankine Cycle (ORC) systems. Article. Renewable and Sustainable Energy Reviews 22 (2013) 168 – 186. Elsevier. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032113000592>

Saari, O., Nenonen, M., Oasmaa, K., Lönnqvist, S. 1998. Kuitusaven tuotteistaminen Raportti. FINNCAO L8. 63 s.

Tuotannon sivutuotteet. Metsä Tissue Oyj. Luettu 12.12.2015.

<http://www.metsatissue.com/en/AboutUs/Operations-in-Finland/Suomi/tuotannon-sivutuotteet/Documents/Suunnittelu-%20ja%20mitoitusohje%20pintarakenteiden%20tiiviskerrokset.pdf>

UUMA2-ohjelma 2013. Infrarakentamisen uusi materiaaliteknologia. UUMA2 demonstraatio ohjelma 2013 - 2017. Tuotekehitys-suunnittelu-rakennuttaminen. Luettu 14.11.2015. <http://www.uusiomaarakentaminen.fi/uuma2-ohjelma>

Vilkkä, H. 2006. Tutki ja havainnoi. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi

# LIITTEET

## Liite 1. Projektin ositus ja kustannusten jako eri vuosille

| COST ESTIMATION FOR MÄNTTÄ DI-LINE REBUILD |     |     |     |     | Project scope no 3 |        |        |
|--|-----|-----|-----|-----|--------------------|--------|--------|
|  |     |     |     |     | Year 1             | Year 2 | Year 3 |
|  |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |
|  |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |
| BUILDINGS                                  |     |     |     |     | Cost allocation    |        | VAT 0% |
|  |     |     |     |     | Year 1             | Year 2 | Year 3 |
| XXX  |     |     |     |     |                    |        |        |
| 1  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| 2  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| 3  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| 4  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| 5  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| XXX  |     |     |     |     |                    |        |        |
| 1  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| 2  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| 3  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| 4  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| 5  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| Totally                                    |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |
| Contingency                                |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |
| Totally                                    |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |
| PROCESS EQUIPMENTS                         |     |     |     |     | Cost allocation    |        | VAT 0% |
|  |     |     |     |     | Year 1             | Year 2 | Year 3 |
| 1  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| 2  | xxx |     |     | xxx |                    |        |        |
| 2.1  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 2.2  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 2.3  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 3  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 3.1  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 3.2  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 3.3  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 4  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 5  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 6  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 7  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 8  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 8.1  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 9  | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 10   | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 11   | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 11.1                                       | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 11.2                                       | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 12   | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 13   | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| 14   | xxx | xxx |     | xxx |                    |        |        |
| Totally                                    |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |
| Contingency                                |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |
| Totally                                    |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |
| ELECTRICAL / AUTOMATION                    |     |     |     |     | Cost allocation    |        | VAT 0% |
|  |     |     |     |     | Year 1             | Year 2 | Year 3 |
| XXX  |     |     |     |     |                    |        |        |
| 1  | XXX | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 1.1  | XXX | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 1.2  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 1.3  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 1.4  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 1.5  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 1.6  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 1.7  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 1.8  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 2  | XXX | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 2.1  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 2.2  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 2.3  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 2.4  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 3  | XXX | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 3.1  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 4  | XXX | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 5  | XXX | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 5.1  | xxx | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| 6  | XXX | xxx | xxx | xxx |                    |        |        |
| Totally                                    |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |
| Contingency                                |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |
| Totally                                    |     |     |     |     | XXXXXX             | XXXXXX | XXXXXX |